

## بررسی تأثیر کودهای نیتروژن و فسفر بر ارزش غذایی علوفه و سیلاژ گلرنگ

فاطمه اصغرزاده<sup>۱</sup>، محمدحسن فتحی نسری<sup>۲\*</sup> و محمدعلی بهدانی<sup>۳</sup>

۱ و ۲. دانشجوی کارشناسی ارشد، تغذیه دام و دانشیار گروه علوم دامی، دانشگاه بیرجند

۳. دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه بیرجند

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۲۵ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۹/۲۳)

### چکیده

تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر سیلوکردن و کاربرد کودهای نیتروژن و فسفر بر ترکیب شیمیایی و فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک گیاه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) انجام گرفت. گیاه گلرنگ در آذرماه ۱۳۸۸ کشت گردید و در اواخر خرداد ۱۳۸۹ در مرحله گلدهی برداشت شد، با استفاده از دستگاه خردکن به قطعات ۳-۵ سانتی‌متری تبدیل و بخشی از آن در سیلوهای آزمایشی برای مدت ۶۰ روز ذخیره شد. تیمارهای سیلویی آزمایشی عبارت بود از: علوفه کوددهی نشده، علوفه کوددهی شده با فسفر (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، علوفه کوددهی شده با نیتروژن (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار)، علوفه کوددهی شده با نیتروژن و فسفر (۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار)، سیلاژ حاصل از علوفه کوددهی نشده، سیلاژ حاصل از علوفه کوددهی شده با فسفر (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، سیلاژ حاصل از علوفه کوددهی شده با نیتروژن (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) و سیلاژ حاصل از علوفه کوددهی شده با نیتروژن و فسفر (۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار). ترکیب شیمیایی، تجزیه‌پذیری ماده خشک و قابلیت هضم با استفاده از روش‌های استاندارد برآورد گردید. کوددهی با نیتروژن و فسفر سبب کاهش مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی و افزایش مقدار خاکستر، کلسیم و فسفر گیاه شد ( $P < 0.05$ ). کوددهی با نیتروژن سبب افزایش مقدار پروتئین خام، نیتروژن غیرپروتئینی، پروتئین محلول در بافر فسفات بورات و کاهش نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی گیاه شد ( $P < 0.05$ ). کوددهی با نیتروژن و فسفر و سیلوکردن گیاه سبب افزایش بخش سریع تجزیه ماده خشک، ثابت نرخ تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری مؤثر شکمبه‌ای ماده خشک شد ( $P < 0.05$ ). همچنین کوددهی با نیتروژن و فسفر و نیز سیلوکردن گیاه موجب افزایش گاز تولیدی حاصل از بخش نامحلول، ثابت نرخ تولید گاز، انرژی قابل متابولیسم و ماده آلی قابل هضم آن شد. در مجموع استفاده از سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی شده با نیتروژن و فسفر در مقایسه با علوفه کوددهی نشده و سیلو نشده توصیه می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** ترکیب شیمیایی، تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای، تولید گاز، سیلاژ، علوفه، گلرنگ.

### مقدمه

آستراسه<sup>۱</sup> است که علاوه بر تولید روغن، می‌توان از آن به عنوان علوفه در جیره دام استفاده کرد ( Zeynali,

گلرنگ از گیاهان روغنی چندمنظوره و از خانواده

آن مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد افزودن کود نیتروژن علاوه بر افزایش نیتروژن علوفه، از طریق کاهش هدرروی تخمیر، تولید بیشتر اسید لاکتیک و بهبود پایداری هوازی سبب بهبود سیلوشدن گلرنگ شده است. محصولات علوفه‌ای را پس از برداشت می‌توان به صورت علوفه خشک یا به صورت سیلوشده ذخیره کرد. خشک کردن علوفه به گیاهانی محدود می‌شود که سریع و یکنواخت قابل خشک شدن هستند. ضمن اینکه این فرایند تحت تأثیر بارندگی نیز می‌تواند قرار گیرد. اما سیلو کردن کمتر از خشک کردن تحت تأثیر شرایط جوی است و تقریباً هر گیاهی را می‌توان سیلو کرد (Weinberg *et al.*, 2002). از دیگر مزایای سیلو کردن علوفه‌ها می‌توان به امکان مکانیزه کردن برداشت، ذخیره‌سازی و تغذیه علوفه، هدرروی نسبتاً کم مواد مغذی در صورت رعایت اصول صحیح سیلو کردن و قابلیت استفاده از علوفه سیلویی در انواع برنامه‌های تغذیه‌ای اشاره کرد (Mike, 2011). اطلاعات زیادی درباره ارزش غذایی علوفه سیلویی گلرنگ به‌ویژه در داخل کشور در دست نیست و از طرفی برخی مطالعات نشان داده که می‌توان از آن به عنوان جایگزین ذرت سیلویی در جیره گاوها استفاده کرد. همچنین کاشت گلرنگ در ایران قدمت طولانی دارد و این گیاه دارای خصوصیات ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی ویژه نظیر ریشه‌های عمیق در خاک و نیز تحمل در برابر شرایط نامساعد محیطی نظیر کم‌آبی، سرما، شوری و شرایط قلیایی است که با توجه به کمبود علوفه در کشور می‌تواند نقش مهمی در جبران این کمبود و تأمین خوراک دام داشته باشد. بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی ارزش غذایی گلرنگ علوفه‌ای کوددهی شده با نیتروژن و فسفر در دو شکل علوفه تازه و علوفه سیلوشده به روش‌های درون کیسه‌ای و آزمایشگاهی (تولید گاز) اجرا شد.

### مواد و روش‌ها

#### تهیه علوفه و سیلاژ گلرنگ

در آذرماه ۱۳۸۸ قطعه زمینی که سال قبل آیش بود، پس از شخم تسطیح گردید. کرت‌هایی با اندازه ۱۵ متر مربع تهیه و بذر گیاه با فاصله ردیف کاشت ۳۰

(1999). این گیاه دارای ریشه‌های عمیق و قوی است که در شرایط مطلوب به عمق ۳/۷ متری خاک راه می‌یابد و ریشه‌های جانبی زیادی تولید می‌کند. این ویژگی به گیاه امکان می‌دهد تا در شرایط کمبود آب از توان زیاد جذب آب برخوردار باشد و از رطوبت ذخیره‌شده در عمق خاک بهره‌برداری کند (Henderson, 1981). گلرنگ از مقاومت به شوری نسبتاً زیادی نیز برخوردار است، به طوری که زراعت آن در خاک‌های شور امکان‌پذیر است و از نظر مقاومت به شوری پس از جو، چغندر قند و پنبه قرار دارد (Zeynali, 1999).

یکی از راه‌های افزایش ارزش غذایی علوفه‌ها تأمین عناصر مورد نیاز برای رشد گیاه است که حفظ حاصلخیزی خاک و پیشگیری از تخریب آن در درازمدت را نیز ممکن می‌سازد (Khoshgoftar-manesh, 2003). نیتروژن به دلیل قابلیت شستشو از خاک و از طرفی نیاز زیاد گیاه به آن برای رشد مطلوب در اولویت اول تأمین عناصر غذایی مورد نیاز برای رشد گیاهان قرار دارد. از آنجا که نیتروژن نقش ساختاری در تشکیل روغن و پروتئین دارد، تأمین آن به مقدار لازم به ویژه در گیاهان روغنی اهمیت فراوانی دارد. نیتروژن محدودکننده‌ترین عنصر برای رشد علوفه گلرنگ به شمار می‌رود و گلرنگ این عنصر را بیشتر از هر عنصر دیگری جذب می‌کند. همچنین، مصرف نیتروژن گلدهی گیاه را تقویت و دوره آن را طولانی می‌کند و سبب افزایش کل نیتروژن در علوفه گلرنگ می‌شود و ارزش غذایی آن را بهبود می‌بخشد (Ahrari *et al.*, 2013). فسفر نیز عنصری پر مصرف برای گیاهان است و در فرایندهای انتقال انرژی نقش بسزایی دارد. با توجه به نقش این دو عنصر در رشد رویشی گلرنگ و افزایش علوفه تولیدی، تأمین آن‌ها برای حصول عملکرد مناسب در برنامه‌های تولید علوفه ضروری است (Cechin & Fumis, 2004) از طرف دیگر تأمین این عناصر برای گیاه در شرایط تنش خشکی و کمبود رطوبت، تحمل گیاه به تنش را افزایش می‌دهد (Nasari, 2007). با بالا بردن ارزش غذایی این گیاه از طریق کوددهی می‌توان از آن به عنوان خوراک دام در مناطق خشک استفاده کرد. Weinberg *et al.* (2007) تأثیر کوددهی علوفه گلرنگ با نیتروژن (به مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) را بر ارزش غذایی سیلاژ

اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی از روش Filya (2003) استفاده شد و ظرفیت بافری علوفه‌ها به روش Playne & McDonald (1966) تعیین گردید. برای تعیین غلظت اسید لاکتیک علوفه سیلویی از پاراهیدروکسی بی‌فنیل به عنوان معرف و از لیتیموم لاکتات برای تهیه محلول‌های استاندارد استفاده شد (Taylor, 1996). بخش‌های نیتروژنی با روش Licitra *et al.* (1996) تعیین شد. غلظت تانن به روش Makkar *et al.* (1995) و تست پایداری هوازی علوفه سیلویی به روش Ashbell *et al.* (1990) اندازه‌گیری شد.

#### تعیین تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک

به منظور تعیین تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک، ابتدا از کیسه‌هایی از جنس پلی‌استر با قطر منافذ ۵۰ میکرومتر، به ابعاد ۱۵×۱۰ سانتی‌متر استفاده شد. سپس ۵ گرم نمونه آسیاب‌شده (با توری ۲ میلی‌متری) داخل کیسه‌ها ریخته شد. کیسه‌ها به مدت صفر، ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت در شکمبه قرار داده شدند. کیسه‌ها ۲ ساعت پس از خوراک‌دهی وعده صبح (ساعت ۸ صبح) در شکمبه ۲ رأس تلیسه هلستاین فیستوله‌دار (با میانگین وزنی  $20 \pm 400$  کیلوگرم) قرار داده شد. حیوانات از یک هفته قبل با جیره‌ای حاوی ۱/۸ کیلوگرم یونجه خشک، ۱/۸ کیلوگرم کنسانتره (حاوی ۳۵ درصد دانه جو، ۱۸ درصد دانه ذرت، ۱۰ درصد کنجاله سویا، ۱۵ درصد کنجاله کلزا، ۱۱/۵ درصد سبوس گندم، ۷ درصد ملاس، یک درصد مکمل معدنی- ویتامینی، ۲ درصد پودر صدف و ۰/۵ درصد نمک)، ۰/۵ کیلوگرم ذرت سیلویی و ۱/۸ کیلوگرم کاه گندم (بر حسب ماده خشک به ازای هر رأس) در سطح نگهداری به صورت جیره کامل مخلوط تغذیه شدند. پس از مدت زمان پیش‌بینی‌شده، کیسه‌ها از شکمبه خارج و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. سپس فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شامل بخش سریع تجزیه (a)، بخش کند تجزیه (b) و ثابت نرخ تجزیه (c) با استفاده از معادله  $P = a + b(1 - e^{-ct})$  (Ørskov & McDonald, 1979) تخمین و تجزیه‌پذیری مؤثر شکمبه‌ای (ED) به وسیله فرمول  $ED = a + \left(\frac{bc}{c+k}\right)$  (بخش‌های a، b و c همانند فرمول قبل و k ثابت نرخ

سانتی‌متر و فاصله ۱۰ سانتیمتری بوته‌ها بر روی ردیف کشت شد. کود نیتروژن به صورت سرک و کود فسفر به مقدار مورد نظر همزمان با کاشت بذر با خاک مخلوط گردید. کوددهی با سه تقسیط در مراحل پایه، خروج از روزت و قبل از گل‌دهی انجام شد. آبیاری بر اساس شرایط محیطی هر ۵ تا ۷ روز یک‌بار انجام شد. در اواخر خرداد ۱۳۸۹ علوفه گلرنگ در مرحله گلدهی برداشت شد. علوفه‌ها بلافاصله با کمک دستگاه خردکن (Fimaks Turkish) به قطعات ۵-۳ سانتی متری خرد شد و سپس بخشی از هر علوفه در قالب تیمارهای آزمایشی مشخص در سطل‌های ۳ لیتری ریخته و کاملاً فشرده شدند و در سالنی با دمای حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۰ روز نگهداری گردید. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: علوفه کوددهی نشده، علوفه کوددهی شده با فسفر (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، علوفه کوددهی شده با نیتروژن (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار)، علوفه کوددهی شده با نیتروژن و فسفر (۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار)، سیلاژ حاصل از علوفه کوددهی نشده، سیلاژ حاصل از علوفه کوددهی شده با فسفر (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، سیلاژ حاصل از علوفه کوددهی شده با نیتروژن (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) و سیلاژ حاصل از علوفه کوددهی شده با نیتروژن و فسفر (۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار).

#### آماده‌سازی نمونه‌ها و اندازه‌گیری فراسنجه‌های شیمیایی و تخمیری

نمونه‌های علوفه تازه و سیلاژ در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، ۷۲ ساعت در آن قرار داده شدند و درصد ماده خشک آن‌ها تعیین گردید. نمونه‌های خشک‌شده آسیاب شد (با توری ۱ میلی‌متری) و مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفت. درصد خاکستر در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد کوره تعیین شد. الیاف نامحلول در شوینده خنی و اسیدی به روش Van Soest *et al.* (1991) تعیین شد. پروتئین خام به روش AOAC (1990) تعیین گردید و برای اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول در آب از روش فنل سولفوریک استفاده شد (Dubios *et al.*, 1956). به منظور

در این رابطه‌ها GP، XP و XA به ترتیب حجم گاز تولیدی تصحیح‌شده در ۲۴ ساعت ابتدایی (میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک)، پروتئین خام (گرم در کیلوگرم ماده خشک) و خاکستر خام (گرم در کیلوگرم ماده خشک) هستند.

### تجزیه آماری داده‌ها

آزمایش به صورت فاکتوریل با سه فاکتور اصلی شامل اثر علوفه‌ها، سیلونمودن آن‌ها، اثر کوددهی با نیتروژن و اثر کوددهی با فسفر در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار و سه تکرار در هر تیمار اجرا شد و تجزیه آماری داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS (2001) انجام گرفت. مدل آماری طرح به صورت رابطه (۳) بود:

$$Y_{ijkl} = \mu + S_i + A_j + B_k + SA_{ij} + SB_{ik} + AB_{jk} + SAB_{ijk} + e_{ijkl} \quad (3)$$

در این مدل،  $\mu$  به‌عنوان میانگین،  $Y_{ijkl}$  فاکتور معرف ارزش غذایی علوفه یا سیلاژ گلرنگ،  $S_i$  اثر سیلوکردن،  $A_j$  اثر کوددهی با نیتروژن،  $B_k$  اثر کوددهی با فسفر،  $AB_{ij}$  اثر متقابل کوددهی با نیتروژن و فسفر،  $SA_{ij}$  اثر متقابل سیلوکردن و کوددهی با نیتروژن،  $SB_{ik}$  اثر متقابل سیلوکردن و کوددهی با فسفر،  $SAB_{ijk}$  اثر متقابل سیلوکردن و کوددهی با نیتروژن و فسفر و  $e_{ijkl}$  اثر خطا در نظر گرفته شده است.

### نتایج و بحث

#### ترکیب شیمیایی

بر اساس جدول ۱، کوددهی با نیتروژن و فسفر موجب کاهش ماده خشک شد ( $P < 0.05$ ). علت اصلی کاهش در اثر کوددهی به نقش کود نیتروژن و فسفر در تحریک رشد رویشی گیاه خصوصاً اندام‌های هوایی برمی‌گردد. استفاده از کود نیتروژن به افزایش برگ‌ها منجر می‌شود (Kamal, 1978; Nasr et al., 1973) که خود سبب کاهش درصد ماده خشک علوفه و در نتیجه رطوبت بیشتر در گیاه می‌گردد (Nasari, 2007). استفاده از کود فسفر نیز به افزایش رشد ریشه و اندام‌های هوایی و ایجاد برگ‌های بزرگ‌تر منجر می‌شود که خود سبب کاهش ماده خشک گیاه می‌گردد (Dahnke et al., 1990). اثر سیلوکردن بر درصد ماده خشک گیاه معنادار نبود. علوفه سیلویی کوددهی‌شده با نیتروژن بالاترین و علوفه کوددهی نشده

عبور مواد از شکمبه است) محاسبه شد. کیسه‌های مربوط به زمان صفر در شکمبه قرار داده نشدند و تنها با آب سرد شسته شدند (AFRC, 1993).

### آزمون تولید گاز

تعیین مقدار گاز تولیدی حاصل از تخمیر نمونه‌ها در شرایط آزمایشگاهی مطابق با روش Menke & Stingass (1988) انجام گرفت. شیرابه شکمبه از دو رأس تلیسه هلشتاین، مجهز به فیستولای شکمبه (همان تلیسه‌هایی که برای تعیین تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک استفاده شدند) جمع‌آوری شد. تغذیه حیوانات در بخش تعیین تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک بیان شد. نمونه‌های علوفه سیلویی پس از خشک‌شدن با استفاده از توری ۱ میلیمتری آسیاب شد. مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه در داخل هر سرنگ ریخته شد. برای هر نمونه ماده خوراکی سه تکرار (سرنگ) در نظر گرفته شد. آزمایش در سه سری (ران) و با چهار تکرار در هر ران انجام شد. سرنگ‌های شاهد در شروع، وسط و انتهای سری سرنگ‌ها قرار داده شدند. بعد از ریختن نمونه‌ها در داخل سرنگ‌ها، بدنه پیستون به وازلین آغشته شد و سپس سرنگ‌های حاوی نمونه در انکوباتور با دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا در زمان تزریق مخلوط شیرابه شکمبه - بزاق مصنوعی دمای مناسب داشته باشند. شیرابه شکمبه از بین لایه‌های پارچه‌ای صاف گردید. نسبت نهایی بزاق مصنوعی به شیرابه شکمبه ۲ به ۱ بود. شیرابه شکمبه صاف‌شده به بزاق مصنوعی اضافه شد. ۳۰ میلی‌لیتر محلول به هر سرنگ وارد شد و هوای اضافی سرنگ‌ها تخلیه گردید. حجم سرنگ‌ها یادداشت شد و در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد انکوباسیون شدند. قرائت حجم گاز تولیدی در زمان‌های ۲، ۴، ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت صورت پذیرفت.

قابلیت هضم ماده آلی (OMD) (درصد ماده خشک) و انرژی قابل متابولیسم (ME) نمونه‌ها (مگاژول به ازای کیلوگرم ماده خشک) از رابطه‌های ۱ و ۲ زیر به دست آمد:

$$OMD = \quad (1)$$

$$14/88 + 0/8893GP + 0/448XP + 0/651XA$$

$$ME = 2/2 + 0/1357GP + 0/057XP \quad (2)$$

و در سیلاژ حاصل از علوفه کوددهی نشده بیشترین بود. اثر کوددهی با فسفر بر کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی گیاه معنادار نبود، ولی در مورد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی این اثر معنادار بود. اثر سیلوکردن و کوددهی با نیتروژن بر مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی گیاه معنادار بود به طوری که سیلوکردن گیاه سبب افزایش و کوددهی با نیتروژن سبب کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی گیاه شد. کود نیتروژن و فسفر موجب تحریک رشد رویشی و به تعویق انداختن بلوغ گیاه می‌شود که می‌تواند به کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی بیانجامد (Naseri, 2007).

پایین‌ترین سطح پروتئین خام را داشتند. مقدار پروتئین خام در اثر کوددهی با نیتروژن افزایش یافت ( $P < 0.05$ ). کود نیتروژن برای افزایش عملکرد گیاه و افزایش محتوای پروتئین آن استفاده می‌شود. فسفر نیز در بسیاری از فرایندهای شیمیایی گیاهان نقش دارد و یکی از اجزای پروتئین‌ها محسوب می‌شود. بنابراین استفاده از کود فسفر نیز عموماً باعث افزایش محتوای پروتئین گیاه می‌گردد (Dahnke *et al.*, 1990) و در آزمایش حاضر نیز کود فسفر سبب افزایش پروتئین خام گیاه شد اما این افزایش معنادار نبود. سیلوکردن گیاه تأثیر معناداری بر مقدار پروتئین خام آن نداشت. غلظت الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی در علوفه کوددهی شده با نیتروژن و فسفر کمترین

جدول ۱. تأثیر سیلو کردن و کوددهی با نیتروژن و فسفر بر ترکیب شیمیایی گیاه گلرنگ

سطح کود نیتروژن	علوفه		سیلاژ		سطح معناداری		SEM	اثر کود نیتروژن	اثر کود فسفر	اثر متقابل کود نیتروژن و کود فسفر	اثر متقابل اثر متقابل کود نیتروژن و کود فسفر	سطح کود فسفر
	۰	۳۰۰	۰	۳۰۰	۰	۳۰۰						
DM	۳۸/۰ <sup>ab</sup>	۳۷/۰ <sup>b</sup>	۳۶/۰ <sup>b</sup>	۳۴/۳ <sup>bc</sup>	۴۳/۳ <sup>a</sup>	۳۶/۳ <sup>b</sup>	۲/۶۴	*	*	*	ns	۲/۶۴
CP	۹/۵ <sup>c</sup>	۱۰/۸ <sup>c</sup>	۱۳/۰ <sup>ab</sup>	۱۳/۸ <sup>ab</sup>	۱۲/۳ <sup>b</sup>	۱۴/۴ <sup>a</sup>	۰/۷۱	ns	ns	ns	ns	۰/۷۱
<sup>۱</sup> NDF	۴۲/۱ <sup>c</sup>	۴۱/۵ <sup>f</sup>	۳۷/۷ <sup>g</sup>	۳۷/۲ <sup>g</sup>	۴۹ <sup>a</sup>	۴۵/۳ <sup>d</sup>	۰/۲۳	*	*	*	ns	۰/۲۳
<sup>۱</sup> ADF	۳۵/۷ <sup>c</sup>	۳۴/۹ <sup>f</sup>	۳۲/۸ <sup>g</sup>	۳۲/۶ <sup>g</sup>	۴۲/۱ <sup>a</sup>	۳۷/۶ <sup>c</sup>	۰/۱۷	*	*	*	ns	۰/۱۷
Ash	۶/۰ <sup>f</sup>	۷/۰ <sup>c</sup>	۱۱/۰ <sup>bc</sup>	۱۱/۷ <sup>ab</sup>	۹ <sup>d</sup>	۱۱ <sup>bc</sup>	۰/۴۰	*	*	*	ns	۰/۴۰
Ca	۱/۰ <sup>e</sup>	۱/۱ <sup>c</sup>	۱/۲ <sup>b</sup>	۱/۲ <sup>b</sup>	۱/۰ <sup>۳d</sup>	۱/۳ <sup>a</sup>	۰/۰۳۴	*	*	*	ns	۰/۰۳۴
P	۰/۲۹ <sup>e</sup>	۰/۳۷ <sup>cd</sup>	۰/۳۸ <sup>bc</sup>	۰/۳۹ <sup>b</sup>	۰/۳۵ <sup>d</sup>	۰/۴۲ <sup>a</sup>	۰/۰۰۷	*	*	*	ns	۰/۰۰۷
<sup>۱</sup> WSC	۵/۴ <sup>a</sup>	۵/۴ <sup>a</sup>	۵/۳ <sup>a</sup>	۵/۲ <sup>a</sup>	۲/۸ <sup>b</sup>	۲/۱ <sup>c</sup>	۰/۱۸	*	*	*	ns	۰/۱۸
<sup>f</sup> Tannin	۰/۷۳	۰/۶۵	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۳۶	ns	ns	ns	ns	۰/۳۶
<sup>b</sup> NPN	۲۲ <sup>d</sup>	۳۰ <sup>d</sup>	۴۴ <sup>c</sup>	۶۵ <sup>ab</sup>	۴۰ <sup>cd</sup>	۷۰ <sup>ab</sup>	۱۲	*	*	*	ns	۱۲
<sup>f</sup> BSP	۲۵ <sup>d</sup>	۲۹ <sup>d</sup>	۴۳ <sup>d</sup>	۶۹ <sup>bc</sup>	۶۳ <sup>c</sup>	۸۵ <sup>ab</sup>	۸	*	*	*	ns	۸
<sup>۱</sup> NDIN	۲۸	۲۹	۲۹	۳۰	۲۳	۲۵	۴	ns	ns	ns	ns	۴
<sup>a</sup> ADIN	۴/۹ <sup>a</sup>	۴/۵ <sup>b</sup>	۳/۹ <sup>c</sup>	۳/۶ <sup>c</sup>	۲/۹ <sup>d</sup>	۲/۸ <sup>d</sup>	۰/۲۰	*	*	*	ns	۰/۲۰
pH	-	-	-	-	۴/۸	۴/۹	۰/۲۲	-	ns	ns	-	۰/۲۲
<sup>۱</sup> LA	-	-	-	-	۹/۰ <sup>c</sup>	۱۳/۰ <sup>a</sup>	۰/۲۲	*	*	*	-	۰/۲۲
<sup>۱</sup> NH <sub>3</sub> -N	-	-	-	-	۱۸/۳ <sup>b</sup>	۲۰/۰ <sup>b</sup>	۱/۶۵	-	ns	*	-	۱/۶۵
<sup>۱۱</sup> CO <sub>2</sub>	-	-	-	-	۵/۳	۳/۸	۰/۷۴	-	ns	ns	-	۰/۷۴
<sup>۱۲</sup> BC	۳۴/۰ <sup>d</sup>	۴۰/۷ <sup>c</sup>	۴۵/۳ <sup>b</sup>	۵۰/۰ <sup>a</sup>	-	-	۰/۸۴	-	*	*	-	۰/۸۴

۱. الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد ماده خشک)، ۲. الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد ماده خشک)، ۳. کربوهیدرات‌های محلول در آب (درصد ماده خشک)، ۴. تانن (درصد ماده خشک)، ۵. نیتروژن غیر پروتئینی (درصد از کل نیتروژن)، ۶. پروتئین محلول در بافر فسفات بورات (درصد از کل نیتروژن)، ۷. نیتروژن نامحلول در شوینده خنثی (درصد از کل نیتروژن)، ۸. نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی (درصد از کل نیتروژن)، ۹. اسید لاکتیک (درصد ماده خشک)، ۱۰. نیتروژن آمونیاکی (درصد ماده خشک)، ۱۱. گاز دی‌اکسید کربن (گرم بر کیلوگرم ماده خشک)، ۱۲. ظرفیت بافری (میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک).

ns غیر معنادار و \*  $p < 0.05$

حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر تفاوت معنادار آماری است ( $p < 0.05$ ).

غلظت کربوهیدرات‌های محلول در آب گیاه در اثر تجزیه در سیلو مربوط دانست. گلرنگ حاوی سطح بالایی از

علت افزایش الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی گیاه در اثر سیلو کردن را می‌توان به کاهش

گلرنگ تحت تأثیر عوامل مورد مطالعه قرار نگرفت. غلظت نیتروژن غیرپروتئینی و پروتئین محلول در بافر فسفات بورات در سیلاژ حاصل از علوفه کوددهی شده با نیتروژن و فسفر بیشترین و در علوفه کوددهی نشده کمترین بود ( $P < 0/05$ ). کوددهی با نیتروژن سبب افزایش مقدار نیتروژن غیرپروتئینی و پروتئین محلول در بافر گیاه شد. علت این افزایش بهبود شرایط رشد گیاه و تجمع نیتروژن در آن بوده است (McDonald *et al.*, 1995). غلظت نیتروژن نامحلول در شوینده خنثی در علوفه کوددهی شده با فسفر و علوفه کوددهی شده با نیتروژن بیشترین و در سیلاژ حاصل از علوفه کوددهی نشده کمترین بود. اثر کوددهی گیاه با نیتروژن و فسفر و نیز سیلوکردن بر غلظت نیتروژن نامحلول در شوینده خنثی معنادار نبود، اما غلظت نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی در اثر کوددهی با نیتروژن کاهش یافت ( $P < 0/05$ ). کاهش دیواره سلولی در اثر به کار بردن کود نیتروژن می‌تواند علت این کاهش باشد. افزایش تخمیر دیواره سلولی و افزایش شکست پیوند پروتئین با دیواره سلولی از دلایل کاهش غلظت نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی در اثر سیلو کردن گیاه است (McDonald *et al.*, 2004). کود نیتروژن و فسفر تأثیری بر pH سیلاژ گلرنگ نداشت. غلظت اسید لاکتیک در سیلو در اثر کوددهی گیاه با نیتروژن و فسفر افزایش یافت ( $P < 0/05$ ). احتمالاً کوددهی به گیاه با زیادتر کردن غلظت CP علوفه موجب افزایش تعداد اولیه باکتری‌های اسید لاکتیکی در سیلو، به ویژه آن‌هایی که ظرفیت بالایی برای تولید اسید دارند، شده است (McDonald *et al.*, 2004). اثر کوددهی گیاه با نیتروژن بر مقدار نیتروژن آمونیاکی سیلاژ معنادار، ولی اثر کوددهی با فسفر غیر معنادار بود. از آنجا که علوفه کوددهی شده با نیتروژن حاوی پروتئین خام و نیتروژن غیرپروتئینی بیشتری بوده است، پروتئین خام اضافی که به صورت نیتروژن غیر پروتئینی است در سیلاژ به آمونیاک شکسته شده و بنابراین غلظت آمونیاک بالا رفته است (Hedayati pour *et al.*, 2012). مقدار گاز دی‌اکسیدکربن تولیدی پس از قرار گرفتن علوفه سیلویی در معرض هوا که به عنوان معیاری از پایداری هوازی ماده سیلوشده شناخته می‌شود، تحت تأثیر کوددهی گیاه با نیتروژن و فسفر قرار نگرفت.

خاکستر خام، کلسیم و فسفر بود و کوددهی سبب افزایش آن شد. مقدار خاکستر، کلسیم و فسفر در علوفه کوددهی نشده کمترین و در سیلاژ حاصل از علوفه کوددهی شده با نیتروژن و فسفر بیشترین بود. سیلوکردن علوفه نیز سبب افزایش مقدار خاکستر، کلسیم و فسفر شد ( $P < 0/05$ ). در خصوص اثر سیلوکردن بر مقدار خاکستر اطلاعات کمی وجود دارد، ولی به نظر می‌رسد علت افزایش مقدار خاکستر گیاه در اثر سیلو کردن کاهش بخشی از ماده آلی گیاه در اثر تخمیر در سیلو باشد (McDonald *et al.*, 1995). به علاوه افزودن کود نیتروژن جذب کاتیون‌های پتاسیم، سدیم، کلسیم و منیزیم توسط گیاه و کود فسفر مقدار فسفر گیاه را افزایش می‌دهد (Najarnejad-Mashhadi, 2007)، بنابراین افزایش خاکستر خام و نیز عناصر کلسیم و فسفر در اثر کوددهی هم در علوفه و هم در سیلاژ گلرنگ انتظار می‌رفت. کربوهیدرات‌های محلول در آب موجود در گیاه گلرنگ تحت تأثیر کوددهی با نیتروژن و سیلوکردن کاهش یافت. کربوهیدرات‌های محلول در آب موجود در گیاه معمولاً متعاقب کاربرد کودهای نیتروژنی کاهش می‌یابد (Van Soest *et al.*, 1991) که ناشی از تسریع در رشد گیاه است که سبب کاهش مقدار فروکتان‌ها می‌شود. کربوهیدرات‌های محلول در آب موجود در گیاه در سیلو توسط میکروارگانیزم‌ها، به ویژه باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک استفاده می‌شوند (McDonald *et al.*, 1995) و بدین جهت غلظت آن‌ها در علوفه سیلویی کمتر از علوفه تازه بود ( $P < 0/05$ ). ظرفیت بافاری گیاه با مصرف کود افزایش یافت ( $P < 0/05$ ). بیشترین خصوصیات بافاری علوفه را به مقدار پروتئین خام و وجود آنیون‌ها در آن می‌توان نسبت داد (نمک‌های اسیدهای آلی، سولفات‌ها، ارتوفسفات‌ها، نترات‌ها و کلرورها). ظرفیت بافاری علوفه‌ها معمولاً با افزایش سطح پروتئین خام افزایش می‌یابد. همچنین افزایش مواد معدنی خاک به افزایش ظرفیت بافاری علوفه منجر می‌شود (McDonald *et al.*, 1995). بنابراین تأثیر کودهای نیتروژن و فسفر بر افزایش ظرفیت بافاری گیاه گلرنگ در آزمایش حاضر به افزایش مقدار پروتئین خام و خاکستر گیاه در اثر کوددهی مربوط بوده است. غلظت تانن موجود در گیاه



فراسنجه‌های تولید گاز

نتایج مربوط به مقدار گاز تولیدی و فراسنجه‌های تولید گاز ماده خشک گیاه گلرنگ در جدول ۳ نشان داده شده است. بالاترین مقدار تولید گاز طی ۹۶ ساعت انکوباسیون مربوط به سیلاژ حاصل از علوفه کوددهی شده با نیتروژن و فسفر و کمترین مقدار مربوط به علوفه کوددهی نشده بود. اثر کود نیتروژن، فسفر و سیلوکردن بر مقدار تولید گاز معنادار بود ( $P < 0.05$ ). همچنین کوددهی با نیتروژن و فسفر موجب افزایش معنادار بخش‌های b، c و نیز انرژی قابل متابولیسم و ماده آلی قابل هضم گیاه گلرنگ شد ( $P < 0.05$ ). مشخص شده است که همبستگی مثبتی بین انرژی قابل متابولیسم

با محتوای پروتئین خام وجود دارد (Makkar et al., 1995). همچنین، وجود همبستگی منفی بین مقدار دیواره سلولی با انرژی قابل متابولیسم و قابلیت هضم ماده آلی اثبات شده است (Kamalak et al., 2005). بنابراین احتمالاً کاهش مقدار فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی و افزایش مقدار پروتئین خام علت اصلی افزایش انرژی قابل متابولیسم و قابلیت هضم ماده آلی گیاه در اثر کوددهی و نیز سیلوکردن گیاه بوده است. نتایج تحقیق Filya (2004) نشان داده است که مقدار تولید گاز ذرت سیلویی تحت تأثیر مقدار پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی آن قرار دارد.

جدول ۳. تأثیر سیلو کردن و کوددهی با نیتروژن و فسفر بر فراسنجه‌های تولید گاز ماده خشک گیاه گلرنگ

سطح معناداری	سیلاژ		علوفه		SEM	اثر کود نیتروژن	اثر کود فسفر	اثر کود نیتروژن و کود فسفر	اثر متقابل کود نیتروژن و کود فسفر	اثر متقابل کود نیتروژن و کود فسفر	اثر متقابل کود نیتروژن و کود فسفر		
	۳۰۰	۰	۳۰۰	۰									
سطح کود نیتروژن	۱۰۰	۰	۱۰۰	۰	۰/۱۳	۶۳/۵ <sup>a</sup>	۶۱/۹ <sup>b</sup>	۵۸/۰ <sup>c</sup>	۵۳/۳ <sup>f</sup>	۵۷/۳ <sup>d</sup>	۵۴/۸ <sup>e</sup>	۵۲/۷ <sup>g</sup>	۴۹/۷ <sup>h</sup>
سطح کود فسفر	۱۰۰	۰	۱۰۰	۰	۰/۳۳	۰/۵۶ <sup>b</sup>	۰/۵۴ <sup>bc</sup>	۰/۵۱ <sup>c</sup>	۰/۵۱ <sup>c</sup>	۰/۶۵ <sup>a</sup>	۰/۵۷ <sup>b</sup>	۰/۵۳ <sup>bc</sup>	۰/۴۵ <sup>d</sup>
گاز تولیدی <sup>۱</sup>	۰/۰۰۷	۰/۰۶۳ <sup>b</sup>	۰/۰۶	۰/۰۶ <sup>d</sup>	۰/۰۵ <sup>f</sup>	۰/۰۶۴ <sup>a</sup>	۰/۰۶۳ <sup>b</sup>	۰/۰۶۱ <sup>c</sup>	۰/۰۵۳ <sup>e</sup>	۰/۰۴۶	۰/۰۴۶	۰/۰۴۶	۰/۰۴۶
۲b	۰/۰۰۷	۰/۰۶۳ <sup>b</sup>	۰/۰۶	۰/۰۶ <sup>d</sup>	۰/۰۵ <sup>f</sup>	۰/۰۶۴ <sup>a</sup>	۰/۰۶۳ <sup>b</sup>	۰/۰۶۱ <sup>c</sup>	۰/۰۵۳ <sup>e</sup>	۰/۰۴۶	۰/۰۴۶	۰/۰۴۶	۰/۰۴۶
۳c	۰/۰۰۷	۰/۰۶۳ <sup>b</sup>	۰/۰۶	۰/۰۶ <sup>d</sup>	۰/۰۵ <sup>f</sup>	۰/۰۶۴ <sup>a</sup>	۰/۰۶۳ <sup>b</sup>	۰/۰۶۱ <sup>c</sup>	۰/۰۵۳ <sup>e</sup>	۰/۰۴۶	۰/۰۴۶	۰/۰۴۶	۰/۰۴۶
۴OMD	۰/۰۰۷	۰/۰۶۳ <sup>b</sup>	۰/۰۶	۰/۰۶ <sup>d</sup>	۰/۰۵ <sup>f</sup>	۰/۰۶۴ <sup>a</sup>	۰/۰۶۳ <sup>b</sup>	۰/۰۶۱ <sup>c</sup>	۰/۰۵۳ <sup>e</sup>	۰/۰۴۶	۰/۰۴۶	۰/۰۴۶	۰/۰۴۶
۵ME	۰/۰۰۷	۰/۰۶۳ <sup>b</sup>	۰/۰۶	۰/۰۶ <sup>d</sup>	۰/۰۵ <sup>f</sup>	۰/۰۶۴ <sup>a</sup>	۰/۰۶۳ <sup>b</sup>	۰/۰۶۱ <sup>c</sup>	۰/۰۵۳ <sup>e</sup>	۰/۰۴۶	۰/۰۴۶	۰/۰۴۶	۰/۰۴۶

۱. مقدار تولید گاز طی ۹۶ ساعت انکوباسیون (میلی لیتر به ازای ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک)، ۲. گاز تولیدی حاصل از بخش نامحلول (بخش ماده آلی به آرامی قابل تخمیر)، ۳. ثابت نرخ تولید گاز (در ساعت)، ۴. قابلیت هضم ماده آلی (درصد ماده خشک)، ۵. انرژی قابل متابولیسم (مگاژول به ازای کیلوگرم ماده خشک) ns غیر معنادار و \*  $p < 0.05$  حروف غیرمشابه در هر ردیف بیانگر تفاوت معنادار آماری است ( $p < 0.05$ ).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که گلرنگ می‌تواند به عنوان یک علوفه باکیفیت در تغذیه دام استفاده شود. به کاربردن کودهای نیتروژن و فسفر کیفیت تخمیر شکمبه‌ای ماده خشک گیاه را به مقدار درخور توجهی بهبود داد. سیلوکردن گیاه ارزش غذایی آن را در مقایسه با علوفه

سیلونشده بهبود داد. بنابراین با توجه به اینکه سیلو کردن علوفه هزینه چندانی در بر نداشته و هدرروی نیز در سیلوهای آزمایشی زیاد نبود و از طرفی علوفه سیلوشده از بافت نرم‌تری برخوردار است و احتمالاً خوش‌خوراکی بیشتری برای دام دارد، استفاده از علوفه سیلوشده گلرنگ در مقایسه با علوفه سیلونشده از مزیت‌نسبی برخوردار است.

REFERENCES

- Ahrari, A., Fathi, M.H., Yousefelahe, M. & Riasi, A. (2013). The effect of N fertilizer and polyethylene glycol on chemical composition and digestibility of safflower forage and silage. *Research Journal of Animal Sciences*, 23, 73-90. (in Farsi)
- AFRC. (1993). Energy and Protein Requirement of Ruminants. CAB International, Wallingford, UK.
- AOAC. (2002). Association of Official Analytical Chemists. *Official Method of Analysis*. 17th Edn. AOAC International, Arlington, Virginia, USA.
- Ashbell, G., Weinberg, Z.G., Azrieli, A., Hen, Y. & Horev, B. (1990). A simple system to study the aerobic deterioration of silages. *Canadian Agricultural Engineering*, 33, 391-394.



5. Ayed, H.M., Gonzalez, J., Caballero, R. & Alvir, M.R. (2001). Effects of maturity nutritive value of fieldcured hays from common vetch and hairy vetch. *Animal Research Development*, 50, 31-42.
6. Cechin, I. & Fumis, T.F. (2004). Effect of nitrogen supply on growth and photosynthesis of sunflower plants grown in the greenhouse. *Journal of Plant Science*, 166, 1379-1385.
7. Colombini, S., Rapetti, L., Colombo, D., Galassi, G. & Crovetto, G.M. (2010). Brown midrib forage sorghum silage for the dairy cow: nutritive value and comparison with corn silage in the diet. *Italian Journal Animal science*, 9, 273-277.
8. Dahnke, W.C., Fanning, C. & Cattamach, A. (1990). Fertilizing safflower. *AGR-8-1, NDSU Extension Service/North Dakota State University, Fargo, ND*, pp, 20-66.
9. Datt, J.W. & Singh, G.P. (1995). Effect of protein supplementation on in vitro digestibility and gas production of wheat straw. *Indian Journal Dairy Science*, 48, 357-361.
10. Dubios, M., Giles, K.A., Hamilton, J.K., Ronerts, P.A. & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substance. *Journal of Analysis and Chemistry*, 28, 350-356.
11. Filya, I. (2003). The effect of lactobacillus buchneri and lactobacillus plantarum on the fermentation, Aerobic stability, and ruminal degradability of low dry matter corn and sorghum silages. *Journal of Dairy Science*, 86, 3575-3581.
12. Filya, I. (2004). Nutritive value and aerobic stability of whole crop maize silage harvested at four stages of maturity. *Animal Feed Science and Technology*, 116, 141-150.
13. Givens, D.I., Owen, E., Axford, R.F.E. & Omed, H.M. (2000). Forage evaluation in ruminant nutrition. *CABI Publishing*
14. Hedayati pour, A., Khorvash, M., Ghorbani, G.H., Almodares, A. & Ebadi, M.R. (2012). The chemical composition and digestibility of forage specificities sorghum and corn silage by use of nylon bag. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 4, 224-232. (in Farsi)
15. Henderson, D.W. (1981). Developing water management recommendations for irrigated safflower on its introduction into California. In: Knowles, P.F (Ed), *Proceedings of the Frist International Safflower Conference*. Davis, CA, July 12-16, pp. 7-8.
16. Kamal, K.F. (1973). The effect of different levels of N, P, K fertilizers on the physical and biochemical properties of safflower oil. *Egypt Journal of Botany*, 6, 43-48.
17. Kamalak, A., Canbolat, O., Erol, A., Kilinc, C., Kizilmsek, M., Ozkan, C.O. & Ozkose, E. (2005). Effect of variety on chemical composition, in vitro gas production, metabolizable energy and organic matter digestibility of alfalfa hays. *Livestock Research for Rural Development*. 17(7), 1707-1712.
18. Khoshgoftar-Manesh, A.H. (2003). Plant Nutrition. 1<sup>st</sup> Reprint. *Esfahan University Publishing*. (in Farsi)
19. Licitra, G., Hernandez, T.M. & Van Soest, P.J. (1996). Standadization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feed. *Animal Feed Science and Technology*, 57, 347-358.
20. Makkar, H.P.S., Blummel, M. & Becker, K. (1995). Formation of complexes between polyvinyle pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implication in gas production and true digestibility in in vitro techniques. *British Journal of Nutrition*, 73, 897-913.
21. Makkar, H.P.S., Blümmel, M. & Becker, K. (1995). In vitro effects of and interactions between tannins and saponins and fate of tannins in the rumen. *Journal Sciences Food Agricultural*, 69, 481-493.
22. Mansuri, H., Nikkhah, A., Rezaeian, M., Moradi Shahrababak, M. & Mirhadi, M. (2003). Determination of roughages degradability through in vitro gas production and nylon bag techniques. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 34(2), 495-507. (in Farsi)
23. Mayne, C.S. (1993). The effect of formic acid, sulphuric acid and a bacterial inoculant on silage fermentation and the food intake and milk production of lactating dairy cows. *Journal of Animal Production*, 56, 29-42.
24. McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D. & Morgan, C.A. (1995). Animal Nutrition. *Longman Scientific and Technical*, New York, USA.
25. McDonald, P., Henderson, A.R. & Herson, S.J.E. (2004). The Biochemistry of silage. 2<sup>nd</sup> Ed., *Marlow, Chalcombe Publication*. UK.
26. Menke, K.H. & Stingass, Y.H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal Research and Developments*, 28, 7-55.
27. Mike, W.M. (2011). Silage Production and Fertilization. *Plant Nutrition Today*, No. 7. Available online at the IPNI website: [www.ipni.net/pnt](http://www.ipni.net/pnt).
28. Naseri, F. (2007). Oil seeds. 1st Reprint. *Ferdowsi University Press*. (in Farsi)
29. Nasr, H.G., Katkhuda, N. & Tanner, L. (1978). Effect of N fertilization and population on safflower yield and other characteristics. *Agronomy Journal*, 69, 275-278.
30. Najarnejad-Mashhadi, V. (2007). Calcium, phosphorus, magnesium and metabolic diseases. *Parto Publishing*. (In Farsi)
31. NRC. (2001). Nutrient requirements for dairy cattle. Academy Press, Washington, D.C.

32. NRC. (1978). Nutrient requirements for dairy cattle. National Academy Press, Washington, D.C.
33. Ørskov, E.R. & McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*, 92, 499-503.
34. Playne, M.J. & McDonald, P. (1966). The buffering constituents of herbage and of silage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 17, 264-268.
35. Robb, D.A. & Pierpont, V.S. (Eds.). (1983). Metals and Micronutrients. Uptake and utilization by plants. *Academic Press, New York*.
36. SAS. (2001). SAS Statistical Analysis Systems User's Guide. SAS Institute Inc. Version 9.1. Cary, NC, USA.
37. Taylor, K.A. (1996). A simple colorimetric assay for muramic acid and lactic acid. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 56, 49-58.
38. Van Soest, P.J., Robertson, J.B. & Lewis, B.A. (1991). Method for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.
39. Weinberg, Z.G., Ashbell, G., Hen, Y., Leshem, Y., Landau, Y.S. & Brukental, I. (2002). A note on ensiling safflower forage. *Grass and Forage Science*, 57, 184-187.
40. Weinberg, Z.G., Bar-Tal, A., Chen, Y., Gamburg, M., Brener, S., Dvash, L. Markovitz, T. & Landau, S. (2007). The effects of irrigation and nitrogen fertilization on the ensiling of safflower (*Carthamus tinctorius*). *Animal Feed Science and Technology*, 134, 152-161.
41. Wilkinson, M. (1990). Silage UK. 6th Edn. *Chalcombe Publications. Marlow, UK*.
42. Yan, T. & Agnew, R.E. (2001). Prediction of nutritive values in grass silages: II. Degradability of nitrogen and dry matter using digestibility, chemical composition, and fermentation data. *Journal of Animal Science*, 82, 1381-1391.
43. Zeynali, A. (1999). Safflower. 1st Reprint. *Gorgan Agriculture University*. (in Farsi)